

XII Congreso Geológico Chileno Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

**S10\_013**

**Transformación diagenética esmectita-I/S en sedimentos continentales paleógenos (Valle Calchaquí norte, Salta, Argentina)**

Do Campo, M. 1, Nieto, F. 2, Del Papa, C. 3, Hongo, F. 3

(1) CONICET – U.B.A. INGEIS y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria (1428) Buenos Aires. Argentina.

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología and I.A.C.T., Universidad de Granada-CSIC, Avda. Fuentenueva s/n, 18002-Granada, España.

(3) CONICET- Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, 4400 [SaltaDocampo@ingeis.uba.ar](mailto:SaltaDocampo@ingeis.uba.ar)

**Introducción**

Se realizó un estudio mineralógico de la secuencia sedimentaria paleógena que aflora en la localidad de Saladillo (Fig. 1), en el límite norte del valle Calchaquí (Salta, Argentina), con el objetivo de estudiar el grado de **transformación diagenética** alcanzada por los minerales del grupo de las arcillas. Los niveles inferiores del perfil estudiado corresponden a la Formación Maíz Gordo (secuencia de *rift*). Sobre estos se apoyan en discordancia angular los sedimentos de la Formación Quebrada de los Colorados (QLC) [1], que representan el relleno inicial de la cuenca de antepaís, ligada con las primeras expresiones del acortamiento y levantamiento de los Andes Centrales. La Formación QLC, de 1500 metros de espesor, consiste de limolitas, areniscas y conglomerados con arreglo grano y estrato creciente, depositados en ambiente fluvial y de abanicos aluviales.

En los tres perfiles estudiados los sedimentos de la Formación QLC están compuestos predominantemente por cuarzo, moscovita y plagioclasa; acompañados en general por feldespato potásico, biotita detrítica, calcita y hematita.

Este trabajo forma parte de las investigaciones que se están llevando a cabo para lograr una mayor comprensión de la evolución de la cuenca de antepaís en la zona del valle Calchaquí. En cuanto al estudio mineralógico, se han realizado análisis mediante difracción de rayos-X de más de 80 muestras de niveles pelítico-limolíticos, correspondientes a tres perfiles: Tin Tin, Saladillo y Cerro Bayo, los cuales evidenciaron marcadas diferencias en las asociaciones de minerales de arcilla. En efecto, en las secuencias de Tin Tin y Cerro Bayo se identificó **esmectita** en la fracción arcilla, aún en los niveles inferiores, indicando que los sedimentos solo fueron afectados por diagénesis temprana [2]. En cambio en el perfil de Saladillo un estudio preliminar indicó que los niveles inferiores contenían, además de micas detríticas, interestratificados I/S, junto con caolinita y clorita subordinada [3]. Esto llevó a realizar un muestreo más detallado de la secuencia sedimentaria aflorante en el perfil de Saladillo, incluyendo los niveles superiores de la Formación Maíz Gordo para comprender su historia post-depositacional. Metodología

Se estudió la composición mineralógica de 28 muestras mediante difracción de rayos-X, empleando un difractómetro Philips PW 1050 (INGEIS). A partir de la fracción < 2µm separada por centrifugación se prepararon agregados orientados, realizándose los tres barridos de rutina para identificar los minerales del grupo de las arcillas (secado al aire,

saturado con etilén glicol y calentados a 500°C durante 4 horas). Dos de las muestras analizadas corresponden a la Formación Maíz Gordo, mientras que las restantes cubren las tres secuencias que integran la Formación QLC en la localidad de Saladillo [4]. Además se seleccionaron muestras para ser estudiadas mediante SEM y TEM. Mineralogía de arcillas.

Los niveles de la Formación Maíz Gordo están compuestos por micas detríticas, interestratificados I/S (en adelante I/S) tipo R3 ( $\cong$  85-90% capas illita) y caolinita subordinada. Los niveles inferiores de la Formación QLC presentan una composición similar, mientras que a partir de la parte media de la secuencia I los I/S consisten de una mezcla de tipo R3 y R1. Hacia el techo de la secuencia I se registra un aumento en la abundancia de caolinita en la fracción arcilla, que llega al 50% en una muestra que no contiene I/S ni **esmectita**. Por encima de dicho nivel desciende bruscamente la abundancia de caolinita, y reaparecen los I/S. En la secuencia II el tipo predominante de I/S es el R1 ordenado a débilmente ordenado, acompañados en general por I/S tipo R0.

En esta secuencia también se observan importantes variaciones en la abundancia de caolinita. En la secuencia III los I/S son del tipo R1 débilmente ordenados, acompañados por I/S tipo R0; estos últimos pasan a ser la forma dominante en la parte media. Hacia el techo del perfil desaparecen los I/S y se registra, en cambio, la presencia de **esmectita**.

## Discusión

Las variaciones verticales en las asociaciones de minerales de arcilla registradas en el perfil de Saladillo pueden explicarse por una combinación de factores sin-sedimentarios y diagenéticos. En cuanto a los factores sin-sedimentarios los incrementos en la abundancia de caolinita registrados hacia el techo de la secuencia I y en algunos niveles medios de la secuencia II se deberían a cambios hacia condiciones paleoclimáticas o geomorfológicas que favorecieron la hidrólisis, volviendo más intensa la meteorización química en el área de aporte. De hecho el nivel de la secuencia I que presenta mayor abundancia de caolinita no contiene I/S, a diferencia de los bancos que se encuentran por encima y por debajo, lo que sugiere que durante la depositación de ese nivel predominaron condiciones que favorecieron la formación de caolinita en lugar de **esmectita**.

Por otra parte, los análisis mediante difracción de rayos-X evidenciaron una secuencia típicamente **diagenética** con I/S predominantemente de tipo R3 tanto en los niveles superiores de la Formación Maíz Gordo, como en los niveles inferiores de la Formación QLC, que pasan a I/S tipo R1 hacia el techo de la secuencia, luego I/S tipo R0, mientras que los niveles más altos contienen **esmectita** y ya no se identifican I/S. El hecho de que no se registren discontinuidades en la evolución mineralógica de los filosilicatos entre las dos unidades presentes en el perfil de Saladillo indica que las mismas tuvieron una evolución **diagenética** conjunta. Reafirma esta hipótesis el hecho de que estudios previos de la Formación Maíz Gordo en diversas localidades de la Cordillera Oriental [5] solo evidenciaron transformaciones en el rango de la diagénesis temprana. En cambio, en el perfil de Saladillo la presencia de I/S de tipo R3, compuestos por 85-90% capas de illita en sedimentos tanto de la Formación Maíz Gordo como de la secuencia I de la Formación QLC indica condiciones de diagénesis profunda. La formación de I/S a partir de **esmectita** está controlada por diversos factores, entre los cuales la temperatura,

la litología del material original y la disponibilidad de K son considerados los más relevantes [6]. La temperatura estimada para la **transformación** de I/S con ordenamiento tipo R1 a I/S tipo R3 es de  $175 \pm 5$  °C [7], sin embargo en el caso de Saladillo esto implicaría profundidades de soterramiento bastante mayores que las que se deducen del contexto geológico. En esta zona convergen dos sistemas de fallas (Toro Muerto y Calchaquí) que controlaron el depósito de la Formación QLC y que posteriormente, y hasta la actualidad, sufrieron reactivaciones [4]. Por eso consideramos que en la secuencia paleógena de Saladillo probablemente contribuyó a la illitización de los I/S la circulación de aguas profundas ricas en K a través de fallas. De este modo se podría explicar que la secuencia de la localidad de Cerro Bayo, ubicada solo 10 km más al sur, presente un grado diagenético marcadamente menor. Como se señaló anteriormente, en los perfiles de Tin Tin y Cerro Bayo no se identificaron I/S, y en cambio si se registró la presencia de **esmectita** en los niveles inferiores de la Formación QLC. Dado que la composición de los sedimentos de esta unidad no presenta variaciones sistemáticas de una a otra localidad, el hecho de que no se haya producido la illitización de la **esmectita** en Tin Tin y Cerro Bayo se debería a diferencias en la historia post-depositacional de las respectivas secuencias. La persistencia de **esmectita** en los niveles basales de Tin Tin y Cerro Bayo indica que durante el soterramiento las temperaturas no habrían alcanzado los 50°C, valor aproximado para el inicio del proceso de illitización de la esmectita [7].

Los microanálisis obtenidos tanto en el SEM como en el TEM (análisis sobre rejilla) también indican un progresivo aumento en el porcentaje de capas illíticas en los I/S, desde el techo a la base de la secuencia, aunque también evidencian amplios rangos de variación composicional de los I/S a escala de cada muestra.

## Referencias

- [1] Díaz, J. I., Malizzia, D.C. (1983) Estudio geológico y sedimentológico del Terciario superior del Valle Calchaquí (Departamento de San Carlos, Prov. De Salta). *Boletín Sedimentológico*, vol. 2, 8-28.
- [2] Do Campo, M., del Papa, C., Nieto, F. Hongn, F. (2008) Significado de las asociaciones de filosilicatos presentes en la Formación Quebrada de los Colorados (Salta, Argentina). XII *Reunión Argentina de Sedimentología, Actas*, 68.
- [3] Do Campo, M., Nieto, F., del Papa, C., Hongn, F. (2008) Composition of mixed-layered illite/smectite in a continental Eocene succession (Quebrada de los Colorados Formation, Salta Province, Argentina). SEM-SEA, *Macla*, vol. 9, 85-86.
- [4] Hongn, F., del Papa, C.E., Powell, J., Petrinovic, I.A., Mon, R., Deraco, V. (2007) Middle Eocene deformation and sedimentation in the Puna-Eastern Cordillera transition (23°-26°S): Control by preexisting heterogeneities on the pattern of initial Andean shortening. *Geological Society of America*, vol. 35, 271-274.
- [5] Do Campo, C. del Papa, J. Jiménez-Millán, F., Nieto Inicial?. (2007) Clay mineral assemblages and analcime formation in a Palaeogene fluvial- lacustrine sequence (Maiz Gordo Formation) from Northwestern Argentina. *Sedimentary Geology*, vol. 201, 56-74.
- [6] Abid, I.A., Hesse, R., Harper, J.D. (2004) Variations in mixed-layer illite/smectite diagenesis in the rift and post-rift sediments of the Jeanne d'Arc Basin, Grand Banks

offshore Newfoundland, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 41, 401–429.

[7] Pollastro, R.M. (1993) Considerations and applications of the illite/smectite geothermometer in hydrocarbon-bearing rocks of Miocene to Mississippian age. *Clays and Clay Minerals*, vol. 41, 119-133.

Fig.1 Mapa geológico